

**ANALISIS PENJADWALAN PROYEK DENGAN MENGGUNAKAN
METODE FLASH PADA INDUSTRI MESIN PASCAPANEN
(Studi Kasus di PT. Semeru Jaya, Malang)**

**JURNAL
TEKNIK INDUSTRI
KONSENTRASI REKAYASA SISTEM INDUSTRI**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**WISNU FORT HARWANTO
NIM. 105060700111062**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2016**

ANALISIS PENJADWALAN PROYEK DENGAN MENGGUNAKAN METODE
FLASH PADA INDUSTRI MESIN PASCAPANEN
(Studi Kasus di PT. Semeru Jaya, Malang)

ANALYSIS OF PROJECT SCHEDULING USING FLASH METHOD IN POST-
HARVEST MACHINERY INDUSTRY
(Case Study on PT. Semeru Jaya, Malang)

Wisnu Fort Harwanto¹⁾, Ceria Farela Mada Tantrika²⁾, Ratih Ardia Sari³⁾

Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya

Jl. Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: wiforth@gmail.com¹⁾, ceria_fmt@ub.ac.id²⁾, rath.ardiasari@ub.ac.id³⁾

Abstrak

Penjadwalan merupakan hal penting dalam suatu pelaksanaan proyek. Pada penelitian ini dilakukan penjadwalan dengan metode FLASH untuk menentukan durasi penyelesaian dua proyek yang dikerjakan PT. Semeru Jaya. Penjadwalan menggunakan Triangular Fuzzy Number selanjutnya dilakukan penjadwalan maju, penjadwalan mundur dan juga perhitungan slack untuk penentuan lintasan kritis. Hasil penelitian didapatkan durasi proyek MGD40 sebesar 6.365 menit untuk batas bawah dan waktu batas atas 12.795 menit dengan waktu paling mungkin 9.070 menit, sedangkan proyek MM2T waktu batas bawah sebesar 7.890 menit dan waktu batas atas sebesar 17.745 menit dengan waktu paling mungkin sebesar 13.020 menit. Perbandingan metode perusahaan dan metode FLASH dengan hasil aktual menunjukkan metode FLASH lebih baik yaitu selisih penjadwalan oleh perusahaan dengan aktual sebesar 5.280 menit pada proyek MGD40 dan 3.360 menit pada proyek MM2T. Sedangkan metode FLASH didapatkan selisih 50 menit untuk proyek MGD40 dengan kemungkinan 0,9866 dan selisih 420 menit untuk proyek MM2T dengan kemungkinan sebesar 0,9323.

Kata kunci: FLASH, Triangular Fuzzy Number, Proyek, Penjadwalan

1. Pendahuluan

PT. Semeru Jaya merupakan suatu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pengecoran logam dan fabrikasi mesin-mesin pascapanen berkualitas tinggi yang berlokasi di kawasan Gadang, Kota Malang, Jawa Timur. Selain memproduksi mesin-mesin pascapanen, PT. Semeru Jaya juga melayani jasa penyediaan *spare part* dan perbaikan mesin serta komponen-komponen mesin yang mereka produksi. Konsumen dari PT. Semeru Jaya yaitu instansi pemerintah dan juga para distributor yang banyak tersebar di seluruh Indonesia. PT. Semeru Jaya juga tetap memproduksi beberapa komponen ataupun mesin dengan tujuan sebagai *safety stock*, hal tersebut dilakukan untuk mengantisipasi komponen ataupun mesin yang memiliki tingkat permintaan yang tinggi dari konsumen. Beberapa jenis mesin yang diproduksi oleh PT. Semeru Jaya adalah mesin giling dan *mixer* yang memiliki banyak variasi dalam hal ukuran, kegunaan dan cara kerjanya. Semua proses pembuatan komponen utama dilakukan sendiri oleh PT. Semeru Jaya

sedangkan untuk komponen pelengkap didapatkan dari pihak luar perusahaan. Proses pengerjaan produk dari PT. Semeru Jaya dimulai dari proses pengecoran, proses pembersihan, proses permesinan, proses perakitan dan juga proses *finishing*.

Dalam prosesnya tidak jarang waktu untuk menyelesaikan suatu aktivitas-aktivitas di PT. Semeru Jaya tidak terencana dengan baik sehingga waktu terselesaikan dari suatu proyek sulit diprediksi yang mengakibatkan proyek selesai sebelum waktu yang ditetapkan. Hal ini tentu dapat mengakibatkan risiko bagi perusahaan seperti timbulnya persediaan barang jadi yang terlalu lama berada di perusahaan.

Dengan adanya barang jadi yang terlalu lama pada pihak perusahaan tentu akan berdampak negatif pada perusahaan karena pada perusahaan tidak memiliki ruang penyimpanan yang besar. Pada pembuatan mesin-mesin dan komponen PT. Semeru Jaya menerapkan sistem *First Come First Serve* dimana penjadwalan pekerjaan dilakukan terhadap pesanan yang datang terlebih dahulu

sedangkan yang datang selanjutnya akan diproses melalui antrian. Dengan menganut sistem penjadwalan seperti itu, menyebabkan adanya pekerjaan yang selesai lebih dahulu dari batas waktunya sehingga pihak perusahaan akan dibebankan pada munculnya penumpukan barang jadi di gudang.

Hal tersebut dapat terjadi karena PT. Semeru Jaya dalam menentukan *due date project* dari setiap permintaan hanya menggunakan intuisi atau pengalaman saja dalam menjadwalkan aktivitas-aktivitas produksinya, sehingga setiap proyek akan ditetapkan durasi waktu penyelesaian barang harus diambil oleh konsumen mereka. Waktu penetapan yang dilakukan oleh PT. Semeru Jaya tidak lagi mewakili keadaan yang sebenarnya dilapangan karena aktivitas-aktivitas yang beragam dan saling berhubungan yang mengakibatkan waktu menjadi sulit untuk diprediksi. Berdasarkan kondisi tersebut tentu dapat menunjukkan bahwa kinerja metode penjadwalan yang dimiliki oleh perusahaan belum memberikan suatu gambaran yang optimal mengenai penyelesaian proses dari aktivitas-aktivitasnya. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut maka akan dilakukan penelitian dengan pendekatan manajemen proyek dalam mengatasi masalah tersebut.

Manajemen proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja biaya, kualitas dan waktu serta keselamatan kerja [1]. Manajemen proyek memiliki beberapa metode penjadwalan yang sering digunakan yaitu *Precedence Diagram Method (PDM)*, *Critical Path Method (CPM)*, *Program Evaluation Review Technique (PERT)*. Pada metode PDM dan CPM asumsi dari durasi aktivitas bersifat pasti sedangkan dalam PERT asumsi dari durasi aktivitas dapat berupa ketidakpastian dengan konsep probabilitas dalam menganalisis peluang terselesaikan dari suatu proyek [2].

Fakta yang ada sering ditemui suatu permasalahan yang membuat suatu data menjadi samar atau tidak pasti seperti akibat dari kurangnya informasi maupun data mengenai suatu pekerjaan dan juga banyaknya variasi dari pekerjaan seperti yang dialami oleh PT. Semeru Jaya sehingga menyebabkan pendekatan secara tradisional saja tidaklah cukup tepat untuk digunakan. Hal tersebut

membuat pendekatan dengan menggunakan teori set samar menjadi tepat karena teori set samar ditujukan untuk menyelesaikan permasalahan dimana deskripsi aktivitas dan pengamatan bersifat tidak tepat, samar-samar dan tidak pasti. Metode penjadwalan yang diusulkan adalah metode *Fuzzy Logic Application for Scheduling (FLASH)* dimana metode ini menggunakan terminologi posibilitas dalam mengungkapkan ketidakpastian.

Metode FLASH menggunakan *Triangular Fuzzy Number* berupa batas bawah, nilai yang paling mungkin dan batas atas dalam menyatakan durasi aktivitasnya sehingga ini merupakan cara yang tepat untuk memodelkan suatu ketidakpastian. Nilai batas bawah adalah suatu nilai durasi waktu tercepat yang tidak mungkin untuk dapat dilakukan, nilai paling mungkin adalah suatu nilai durasi penyelesaian proyek yang paling mungkin untuk terjadi dan batas atas adalah suatu nilai durasi waktu terlama yang tidak mungkin untuk ditempuh dalam penyelesaian proyek [2].

Metode FLASH mempunyai beberapa keunggulan yaitu dapat menganalisis semua jalur untuk menghasilkan posibilitas dari suatu total durasi proyek yang diharapkan, metode ini juga lebih terbuka jika dibandingkan dengan metode lain seperti metode PERT yang menggunakan terminologi probabilitas dengan distribusi beta yaitu waktu optimistik, pesimistik dan waktu yang paling mungkin. Hal itu dapat terjadi karena dalam metode PERT perlu data statistik aktivitas yang cukup untuk dapat mendasari kebutuhan dari distribusi beta yang digunakan dalam metode PERT [3], sedangkan dalam metode FLASH data mendasarkan pada pengamatan-pengamatan yang mungkin tidak akurat tapi tetap dalam pertimbangan yang masuk akal. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan menggunakan metode FLASH sebagai metode penjadwalan proyek pada proses pengerjaan mesin-mesin di PT. Semeru Jaya.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan usulan kepada PT. Semeru Jaya dalam hal perencanaan dan penjadwalan proyek. Selain itu pihak perusahaan dapat mengambil keputusan terbaik ketika menerima pesanan dari pelanggan sehingga penyelesaian pesanan dapat dikerjakan secara cepat, tepat waktu dan terkontrol dengan baik sesuai rencana.

2. Metodologi Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif dan penelitian kuantitatif. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang berusaha mendeskripsikan dan menginterpretasikan sesuatu, misalnya kondisi atau hubungan yang ada, pendapat yang berkembang, proses yang sedang berlangsung, akibat atau efek yang terjadi atau tentang kecenderungan yang tengah berlangsung. Sedangkan penelitian kuantitatif merupakan penelitian empiris dimana data adalah dalam bentuk sesuatu yang dapat dihitung/angka.

Langkah-langkah sistematis yang dilakukan dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi Lapangan
Studi lapangan dilakukan dengan pengamatan untuk mengetahui kondisi perusahaan yang diteliti, sehingga dapat diketahui permasalahan yang ada pada perusahaan.
2. Studi Literatur
Studi literatur adalah kegiatan mencari informasi untuk menunjang kegiatan penelitian. Studi pustaka didapat dari jurnal, skripsi terdahulu, internet, buku-buku referensi ataupun sumber terkait dengan permasalahan yang diteliti sebagai referensi dalam pemecahan masalah penjadwalan proyek.
3. Identifikasi Masalah
Identifikasi masalah adalah tahapan penelitian dalam memahami permasalahan dan kondisi nyata yang timbul didalam sistem PT. Semeru Jaya.
4. Perumusan Masalah
Perumusan masalah dilakukan agar memudahkan dalam menentukan metode yang akan digunakan guna menyelesaikan masalah yang telah teridentifikasi.
5. Tujuan Penelitian
Tujuan penelitian ditetapkan berdasarkan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Tujuan penelitian ditentukan agar penelitian dapat terarah dalam penyelesaian masalah yang ada.
6. Pengumpulan Data
Pada tahap ini yang dilakukan adalah mengumpulkan data yang diperlukan selama penelitian berlangsung. Data yang dikumpulkan akan digunakan sebagai input pada pengolahan data untuk menyelesaikan permasalahan yang

diangkat. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa data primer yang diperoleh melalui observasi secara langsung dan juga data sekunder yang diperoleh melalui perusahaan maupun literatur lainnya. Berikut ini merupakan data-data yang dikumpulkan:

- a. Data profil perusahaan.
- b. Data jam kerja.
- c. Data produk.
- d. Data mesin yang digunakan.
- e. Data urutan proses produksi.

7. Pengolahan Data

Langkah-langkah dalam pengolahan data adalah sebagai berikut:

- a. Penyusunan jaringan kerja (*activity on arrow*) untuk produk mesin giling dan *mixer*.
- b. Perhitungan waktu penyelesaian produk MGD40 dan MM2T dengan *Gantt Chart* menggunakan *Microsoft Project 2007*.
- c. Perhitungan waktu penyelesaian proyek dengan menggunakan metode FLASH dimana variabel yang digunakan merupakan variabel waktu berupa waktu batas bawah, waktu yang paling mungkin dan waktu batas atas dengan fungsi keanggotaan *Triangular Fuzzy Number*. Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam melakukan perhitungan dengan metode FLASH.
 - 1) Melakukan perhitungan maju (*forward pass*)
 - 2) Melakukan perhitungan mundur (*backward pass*)
 - 3) Melakukan perhitungan *total float*
 - 4) Menentukan lintasan paling kritis pada jaringan kerja *fuzzy* menggunakan *decision maker's risk index ranking value*.
- d. Menghitung kemungkinan waktu penyelesaian proyek pada produk yang diamati untuk FLASH.

8. Analisis dan Pembahasan

Berdasarkan tahap pengolahan data yang telah dilakukan, maka selanjutnya akan dibuat perbandingan antara waktu penyelesaian proses fabrikasi hasil dari metode perusahaan dan metode FLASH.

Analisis dilakukan secara deskriptif terhadap hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan pada penjadwalan proses pembuatan produk yaitu penjadwalan yang dilakukan perusahaan.

9. **Kesimpulan dan Saran**

Menyimpulkan mengenai penelitian yang telah dilakukan yaitu berisi rangkuman dari pengolahan data dan analisis, serta berisikan saran penelitian bagi perusahaan maupun bagi penelitian yang akan datang.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Deskripsi Proyek

Deskripsi dari masing-masing proyek yang menjadi objek penelitian akan dijabarkan dalam subbab-subbab dibawah. Proyek yang menjadi objek penelitian adalah proyek yang dikerjakan oleh PT. Semeru Jaya yaitu proyek Mesin Giling D40 dan juga proyek Mesin *Mixer* 2T.

3.1.1 Mesin Giling D40

PT. Semeru Jaya mendapatkan pesanan 1 buah Mesin Giling D40. PT. Semeru Jaya merencanakan penyelesaian dari proyek ini selama 30 hari kerja mulai tanggal 2 Februari 2015 hingga 10 Maret 2015 kepada pelanggan mereka. Dalam kenyataan yang terjadi perencanaan yang dilakukan oleh PT. Semeru Jaya tidak menunjukkan waktu yang sesuai dengan nilai aktual yang ada. Proyek ini nyatanya selesai dalam kurun waktu 19 hari kerja atau pada tanggal 25 Februari 2015. Terdapat selisih sekitar 11 hari dari perencanaan yang dilakukan oleh perusahaan.

3.1.2 Mesin *Mixer* 2T

Selain Mesin Giling D40 penelitian ini juga akan mengamati pesanan berupa Mesin *Mixer* 2T. PT. Semeru Jaya merencanakan penyelesaian dari proyek ini selama 35 hari kerja kepada pelanggan mereka dimulai tanggal 7 Maret 2015 hingga 18 April 2015. Dalam kenyataan yang terjadi perencanaan yang dilakukan oleh PT. Semeru Jaya tidak menunjukkan waktu yang sesuai dengan nilai aktual yang ada. Proyek ini nyatanya selesai dalam kurun waktu 28 hari kerja atau pada tanggal 10 April 2015. Terdapat selisih sekitar 7 hari kerja dari perencanaan yang dilakukan oleh perusahaan.

3.2 Penyusunan Diagram Kerja

Gambar diagram jaringan kerja atau *Activity On Arrow* dari Mesin Giling D40 dan juga Mesin *Mixer* 2T masing-masing ditunjukkan oleh Lampiran 1 dan juga Lampiran 2. Diagram jaringan kerja tersebut menunjukkan hubungan saling ketergantungan yang terjadi dalam aktivitas-aktivitas yang dilakukan untuk mengerjakan proyek Mesin Giling D40 dan juga Mesin *Mixer* 2T. Pada *Activity On Arrow* di Lampiran 1 dan juga Lampiran 2 terdapat *dummy activity* yang digambarkan dengan garis panah terputus dengan simbol “d” yang diikuti angka untuk menunjukkan ketergantungan dari suatu aktivitas pada aktivitas lain. Suatu *dummy* tidak memakan waktu atau memakan waktu nol.

3.3 Penjadwalan Proyek dengan *Microsoft Project 2007*

Penjadwalan proyek dengan *Microsoft Project 2007* dilakukan dengan menggunakan nilai *most likely* atau paling mungkin sebagai durasi aktivitasnya. Dengan menggunakan nilai paling mungkin dari proyek didapatkan total durasi penyelesaian pengerjaan Mesin Giling D40 selama 18,9 hari atau 9.072 menit, sedangkan untuk produk Mesin *Mixer* 2T penyelesaian proyek terjadi selama 27,13 hari atau 13.022,4 menit. Penjadwalan dengan Ms. Project dimaksudkan untuk mengetahui sumber daya yang digunakan secara bersamaan sehingga membuat terjadinya *delay* pada pengerjaan proyek yang dilakukan. Penjadwalan dengan menggunakan *Microsoft Project 2007* dapat dilihat pada Lampiran 3 untuk Mesin Giling D40 dan juga Lampiran 4 untuk Mesin *Mixer* 2T.

3.4 Penjadwalan dengan Metode FLASH

Metode *Fuzzy Logic Application for Scheduling* (FLASH) merupakan suatu metode untuk menentukan nilai atau waktu penyelesaian suatu penjadwalan proyek yang mengakomodasi suatu unsur ketidakpastian didalamnya. Dalam metode ini durasi aktivitas dinyatakan dalam suatu bilangan yang terdiri dari rentang batas bawah, *most likely* dan juga batas atas. Dari ketiga nilai tersebut *most likely* memiliki derajat keanggotaan bernilai satu dan derajat keanggotaan akan semakin berkurang apabila menjauhi nilai dari *most likely* tersebut.

3.4.1 Penjadwalan Maju

Penjadwalan maju adalah perhitungan yang dimulai dari node 'start' dan bergerak ke 'end' guna mendapatkan waktu paling awal suatu kejadian dapat terjadi. Sebagai contoh perhitungan maka digunakan Mesin Giling D40 dalam perhitungan maju ini [4].

Untuk node awal pada suatu jaringan kerja maka nilai dari $\tilde{T}E_{(1)} = (0, 0, 0)$. Selanjutnya dilakukan perhitungan hingga node yang terakhir. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan operasi aritmatika penjumlahan pada bilangan *fuzzy* segitiga.

$$\begin{aligned} \tilde{T}E_{(j)} &= \tilde{T}E_{(i)} + \tilde{t}_{(i,j)} && \text{(pers.1)} \\ \tilde{T}E_{(2)} &= \tilde{T}E_{(1)} + \tilde{t}_{(1,2)} \\ &= (0,0,0) + (4800,6720,9600) \\ &= (4800,6720,9600) \end{aligned}$$

Apabila terdapat aktivitas konvergen maka perhitungannya menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \tilde{T}E_{(j)} &= \max_i (\tilde{T}E_{(i)} + \tilde{t}_{(i,j)}) && \text{(pers.2)} \\ \tilde{T}E_{(4)} &= \max (\tilde{T}E_{(2)} + \tilde{t}_{(2,4)}, \tilde{T}E_{(1)} + \tilde{t}_{(1,4)}, \tilde{T}E_{(3)} + \tilde{t}_{(3,4)}) \\ \tilde{T}E_{(4)} &= \max \{ (4800,6720,9600) + (0,0,0), (0,0,0) + (960,1440,2400), (1440,2400,3360) + (0,0,0) \} \\ \tilde{T}E_{(4)} &= \max \{ (4800, 6720, 9600), (960, 1440, 2400), (1440, 2400, 3360) \} \end{aligned}$$

Selanjutnya penentuan bilangan *fuzzy* maksimum menggunakan *decision maker's risk index* dengan menentukan nilai λ untuk semua aktivitas [5].

$$\begin{aligned} \lambda &= \left[\sum_{A_{ij} \in SA} \sum_j \frac{b_{ij} - a_{ij}}{(m_{ij} - a_{ij}) + (b_{ij} - m_{ij})} \right] / t && \text{(pers.3)} \\ \lambda &= \left[\frac{20617,8 - 10002,8}{(14582,8 - 10002,8) + (20617,8 - 14582,8)} \right] / 31 \\ \lambda &= 0,0323 \end{aligned}$$

Selanjutnya pencarian nilai maksimum dengan persamaan (4), dari ketiga bilangan *fuzzy* diketahui nilai X1=960 menit dan nilai X2 = 9600 menit.

$$\begin{aligned} R\tilde{L}_i &= \lambda \left[\frac{b_i - X_1}{(X_2 - X_1 + b_i - m_i)} \right] + (1 - \lambda) \left[\frac{X_2 - a_1}{(X_2 - X_1 + m_1 - a_1)} \right] && \text{(pers.4)} \\ R(4800, 6720, 9600) &= 0,0323 \left[\frac{9600 - 960}{(9600 - 960 + 9600 - 6720)} \right] + (0,9677) \left[\frac{9600 - 4800}{(9600 - 960 + 6720 - 4800)} \right] \\ &= 0,4641 \\ R(960, 1440, 2400) &= 0,0323 \left[\frac{2400 - 960}{(9600 - 960 + 2400 - 1440)} \right] + (0,9677) \left[\frac{9600 - 960}{(9600 - 960 + 1440 - 960)} \right] \\ &= 0,9216 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(1440, 2400, 3360) &= 0,0323 \left[\frac{3360 - 960}{(9600 - 960 + 3360 - 2400)} \right] + (0,9677) \left[\frac{9600 - 1440}{(9600 - 960 + 2400 - 1440)} \right] \\ &= 0,8306 \end{aligned}$$

Karena nilai dari $R(1440,2400,3360) > R(960,1440,2400) > R(4800,6720,9600)$ maka nilai $\tilde{T}E_{(4)} = (4800,6720,9600)$.

Penjadwalan maju dilakukan dari node awal hingga akhir untuk kedua proyek baik proyek Mesin Giling D40 dan juga proyek Mesin *Mixer* 2T.

3.4.2 Penjadwalan Mundur

Penjadwalan mundur dilakukan guna mendapatkan waktu paling lambat kejadian harus dilakukan. Penjadwalan mundur dimulai dari kejadian akhir pada jaringan kerja setelah penjadwalan maju selesai dilakukan [4].

Sebagai contoh perhitungan maka digunakan Mesin Giling D40, berdasarkan penjadwalan maju didapatkan $\tilde{T}E_{(22)} = (6365,9070,12795)$ karena untuk kejadian akhir node berlaku $\tilde{T}E_{(i)} = \tilde{T}L_{(j)}$ maka:

$$\begin{aligned} \tilde{T}L_{(22)} &= \tilde{T}E_{(22)} \\ \text{Untuk node selanjutnya digunakan operasi aritmatika pengurangan pada bilangan } & \text{fuzzy segitiga.} \\ \tilde{T}L_{(i)} &= \tilde{T}L_{(j)} - \tilde{t}_{(i,j)} && \text{(pers.5)} \\ \tilde{T}L_{(21)} &= \tilde{T}L_{(22)} - \tilde{t}_{(21,22)} \\ &= (6365,9070,12795) - (5,30,45) \\ &= (6320,9040,12790) \end{aligned}$$

Apabila terdapat aktivitas divergen maka perhitungannya menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \tilde{T}L_{(i)} &= \min_j (\tilde{T}L_{(j)} - \tilde{t}_{(i,j)}) && \text{(pers.6)} \\ \tilde{T}L_{(8)} &= \min (\tilde{T}L_{(9)} - \tilde{t}_{(8,9)}, \tilde{T}L_{(10)} - \tilde{t}_{(8,10)}) \\ &= \min \{ (6170,8940,12730) - (0,0,0), (6125,8910,12715) - (0,0,0) \} \\ &= \min \{ (6170,8940,12730), (6125,8910,12715) \} \end{aligned}$$

Selanjutnya pencarian nilai minimum dengan persamaan keempat (p4), dari kedua bilangan *fuzzy* diketahui nilai X1=6125 menit dan nilai X2 = 12730 menit.

$$\begin{aligned} R(6170, 8940, 12730) &= 0,0323 \left[\frac{12730 - 6125}{(12730 - 6125 + 12730 - 8940)} \right] + 0,9677 \left[\frac{12730 - 6170}{(12730 - 6125 + 8940 - 6170)} \right] \\ &= 0,6977 \\ R(6125, 8910, 12715) &= 0,0323 \left[\frac{12715 - 6125}{(12730 - 6125 + 12715 - 8910)} \right] + 0,9677 \left[\frac{12250 - 6125}{(12730 - 6125 + 8910 - 6125)} \right] \\ &= 0,7011 \end{aligned}$$

Karena nilai dari $R(6170,8940,12730) < R(6125,8910,12715)$ maka nilai $\tilde{T}L_{(8)} = (6125,8910,12715)$.

Penjadwalan mundur dilakukan dari node akhir hingga awal untuk kedua proyek baik proyek Mesin Giling D40 dan juga proyek Mesin *Mixer* 2T.

3.4.3 Perhitungan Slack (Total Float)

Float atau *slack* (\tilde{S}) merupakan sejumlah kelonggaran waktu dan suatu elastisitas pada suatu jaringan kerja. Perhitungan besarnya waktu pada jaringan kerja *fuzzy* ini dapat dirumuskan sebagai berikut [4]:

$$\tilde{S}_{(i,j)} = \tilde{T}L_{(j)} - \tilde{T}E_{(i)} - \tilde{t}_{(i,j)} \quad (\text{pers.7})$$

Contoh perhitungan untuk perhitungan slack ditunjukkan pada perhitungan aktivitas (1-2) pada Mesin Giling D40.

$$\begin{aligned} \tilde{S}_{(1,2)} &= \tilde{T}L_{(2)} - \tilde{T}E_{(1)} - \tilde{t}_{(1,2)} \\ &= (3170,6720,11230) - (0,0,0) - (4800,6720,9600) \\ &= (3170-0,6720-0,11230-0) - (4800,6720,9600) \\ &= (3170,6720,11230) - (4800,6720,9600) \\ &= (3170-9600,6720-6720,11230-4800) \\ &= (-6430,0,6430) \end{aligned}$$

Perhitungan *slack* dilakukan untuk semua aktivitas yang terdapat dalam jaringan kerja baik untuk proyek Mesin Giling D40 dan juga proyek Mesin *Mixer* 2T.

3.4.4 Penentuan Jalur Kritis

FLASH menganalisis semua jalur untuk menghasilkan posibilitas suatu total durasi proyek yang diharapkan. Pada penentuan jalur kritis perlu ditentukan semua kemungkinan jalur yang mungkin terbentuk dari jaringan kerja. Setelah diketahui, selanjutnya dilakukan proses penjumlahan bilangan dari setiap jalur yang telah terbentuk.

Pada proyek Mesin Giling D40 terdapat 31 lintasan yang mungkin untuk dilalui dari awal hingga akhir sedangkan untuk mesin *Mixer* terdapat sembilan lintasan yang mungkin untuk dapat dilalui dari awal hingga akhir. Selanjutnya lintasan-lintasan tersebut dilakukan penjumlahan pada nilai *slack* yang telah diketahui. Berikut ini adalah contoh perhitungan dari lintasan ke-31 (p31) pada proyek Mesin Giling D40.

$$p_{31} = \tilde{S}_{(1,18)} + \tilde{S}_{(18,19)} + \tilde{S}_{(19,20)} + \tilde{S}_{(20,21)} + \tilde{S}_{(21,22)}$$

$$\begin{aligned} &= (6230,8980,12755) + (0,0,6430) + (0,0,6430) + \\ & \quad (0,0,6430) + (0,0,6430) \\ &= (6230, 8980, 38475) \end{aligned}$$

Nilai *slack* batas bawah dari aktivitas (8-19), (19-20), (20-21) dan (21-22) berupa nilai negatif, sehingga disesuaikan menjadi nol karena waktu tidak mungkin bernilai negatif. Hal tersebut juga berlaku bagi perhitungan lintasan-lintasan yang lain pada proyek mesin Giling D40 dan juga Mesin *Mixer* 2T. Selanjutnya dilakukan penentuan besar *ranking* dari nilai *fuzzy slack* dari lintasan yang terbentuk. Berikut ini adalah contoh perhitungan dari *ranking value* pada lintasan ke-31, diketahui nilai terkecil ($x_1=0$) dan nilai terbesar ($x_2=101892$) serta nilai *decision maker's risk index* ($\lambda=0,0323$). Dengan begitu maka *ranking value* dari lintasan ke-31 Mesin Giling D40 adalah:

$$\begin{aligned} R(6230, 8980, 38475) &= 0,0323 \left[\frac{38475-0}{(101892-0 + 38475-8980)} \right] \\ & \quad + 0,9677 \left[\frac{101892-6230}{(101892-0 + 8980-6230)} \right] \\ &= 0,8941 \end{aligned}$$

Perhitungan *ranking* dilakukan untuk semua lintasan yang mungkin untuk dapat dilalui selanjutnya lintasan kritis merupakan lintasan dengan nilai *ranking* terbesar. Untuk proyek Mesin Giling D40 lintasan kritis ditunjukkan oleh lintasan A, d1, D, E, F, G, T, X, Y, Z, AA, AB, AC, AD, AE dan menghasilkan waktu durasi penyelesaian proyek sebesar (6365, 9070, 12795). Sedangkan untuk lintasan kritis pada Mesin *Mixer* 2T yaitu A, B, G, H, I, J, K, L, M, N, R, S, T, U, V dan menghasilkan waktu durasi penyelesaian proyek sebesar (7890, 13020, 17745).

3.5 Perhitungan Posibilitas Waktu Penyelesaian Proyek Aktual

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya didapatkan nilai penyelesaian proyek untuk Mesin Giling D40 adalah sebesar (6365, 9070, 12795). Sehingga nilai posibilitas dari bilangan *fuzzy* tersebut adalah sebagai berikut:

$$\mu_{TL} \begin{cases} 0; TL_{31} \leq 6365 \\ \frac{(TL_{31}-6365)}{2705}; 6365 < TL_{31} \leq 9070 \\ \frac{12795-TL_{31}}{3725}; 9070 < TL_{31} \leq 12795 \\ 0; TL_{31} > 12795 \end{cases}$$

Sedangkan untuk nilai penyelesaian proyek Mesin *Mixer* 2T adalah sebesar (7890, 13020, 17745). Sehingga derajat keanggotaan dari bilangan *fuzzy* tersebut adalah sebagai berikut:

$$\mu_{TL} \begin{cases} 0; TL_{19} \leq 7890 \\ \frac{(TL_{19}-7890)}{5130}; 7890 < TL_{19} \leq 13020 \\ \frac{17745-TL_{19}}{4725}; 13020 < TL_{19} \leq 17745 \\ 0; TL_{19} > 17745 \end{cases}$$

Untuk penyelesaian aktual dari proyek Mesin Giling D40 adalah selama 19 hari atau 9.120 menit nilai posibilitasnya adalah:

$$\mu_{TL} = \frac{12795 - 9120}{3725} = 0,9866$$

Sedangkan penyelesaian aktual dari proyek Mesin *Mixer* 2T adalah selama 28 hari atau 13.440 menit dengan nilai posibilitasnya adalah:

$$\mu_{TL} = \frac{17745 - 13440}{4725} = 0,9323$$

3.6 Analisis dan Pembahasan

Hasil penjadwalan dengan menggunakan metode FLASH akan dibandingkan dengan penjadwalan yang terdapat pada perusahaan. Penjadwalan pada perusahaan merupakan hasil yang didapat melalui pengalaman mereka dan selanjutnya dibuat sebagai sebuah patokan dalam pengerjaan suatu proyek. Untuk penjadwalan proyek Mesin Giling D40, perusahaan menetapkan nilai penyelesaian proyek sebesar 14.400 menit (30 hari) sedangkan untuk proyek Mesin *Mixer* 2T perusahaan menetapkan nilai penyelesaian proyek sebesar 16.800 menit (35 hari).

Nilai penyelesaian proyek yang dihasilkan perusahaan ini tidak menghasilkan atau mencerminkan hasil dari nilai aktual penyelesaian dari proyek-proyek yang dikerjakan, terutama untuk Mesin Giling D40 dan juga Mesin *Mixer* 2T. Untuk Mesin Giling D40 proses penyelesaian proyek aktual sebesar 9.120 menit (19 hari) sedangkan untuk Mesin *Mixer* 2T proses penyelesaian proyek aktual sebesar 13.440 menit (28 hari). Nilai yang dihasilkan tentu menghasilkan selisih yang begitu besar dari nilai yang sudah direncanakan oleh perusahaan yaitu sebesar 5.280 menit (11 hari) pada proyek Mesin Giling D40 dan 3.360 menit (7 hari kerja) pada proyek Mesin *Mixer* 2T.

Pada penjadwalan yang dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Project 2007* didapatkan hasil berupa total durasi dan juga lintasan kritis bagi proyek Mesin Giling D40 dan juga proyek Mesin *Mixer* 2T. Dalam penjadwalan yang dilakukan dengan tanpa memperhitungkan sumber daya di perusahaan didapatkan penyelesaian proyek Mesin Giling D40 selama 8.952 menit (17,9 hari) dan

sebesar 13.022,4 menit (27,13 hari) untuk proyek Mesin *Mixer* 2T. Sedangkan dengan mempertimbangkan adanya keterbatasan sumber daya pada perusahaan didapatkan penyelesaian proyek Mesin Giling D40 sebesar 9072 menit (18,9 hari) dan untuk proyek Mesin *Mixer* 2T tetap sebesar 13.022,4 menit (27,13 hari). Hal tersebut dapat terjadi karena dalam proyek Mesin Giling D40 terdapat adanya aktivitas yang harus dikerjakan oleh sumber daya yang sama pada waktu bersamaan sehingga terdapat aktivitas yang mengalami *delay* dan aktivitas tersebut berada dalam lintasan kritis proyek Mesin Giling D40 sehingga mengakibatkan proyek menjadi lebih lama untuk dikerjakan. Untuk proyek Mesin *Mixer* 2T juga terdapat *delay* dalam pengerjaan aktivitas-aktivitasnya, tetapi *delay* yang terjadi pada pengerjaan proyek Mesin *Mixer* 2T tidak terdapat dalam lintasan kritis proyek Mesin *Mixer* 2T sehingga tidak berdampak pada total durasi penyelesaian proyek Mesin *Mixer* 2T.

Perbandingan dari hasil penjadwalan aktual, metode perencanaan yang digunakan oleh perusahaan dan juga hasil dari metode FLASH antara lain pada metode FLASH dihasilkan nilai penyelesaian proyek Mesin Giling D40 berupa selang waktu penyelesaian atau bilangan *fuzzy* yaitu sebesar (6365, 9070, 12795). Jika nilai aktual dari penyelesaian proyek Mesin Giling D40 dibandingkan dengan nilai paling mungkin dari metode FLASH selisih yang dihasilkan adalah sebesar 50 menit untuk proyek Mesin Giling D40. Nilai yang dibandingkan adalah nilai yang paling mungkin untuk dicapai apabila menggunakan metode FLASH karena nilai paling mungkin tersebut memiliki nilai posibilitas tertinggi yaitu bernilai 1. Sedangkan waktu batas bawah dari proyek Mesin Giling D40 sebesar 6.365 menit dan waktu batas atas proyek dikerjakan selama 12.975 menit berarti bahwa proyek Mesin Giling D40 tidak mungkin selesai dalam waktu kurang dari 6.365 menit dan waktu batas atas berarti bahwa penyelesaian proyek Mesin Giling D40 tidak mungkin melebihi 12.975 menit. Nilai yang dihasilkan oleh metode FLASH untuk proyek Mesin Giling D40 senilai 9.070 menit atau 18,9 hari tentu memberikan selisih seperti pembahasan sebelumnya sehingga dilakukan pembulatan keatas dan nilai dalam *due date project* yang dijanjikan tepat dengan nilai aktual serta perusahaan tidak dibebankan lagi oleh *earliness* yang berlebihan.

Sedangkan untuk proyek Mesin *Mixer* 2T

didapatkan nilai penyelesaian proyek Mesin *Mixer* 2T berupa bilangan *fuzzy* yaitu sebesar (7890, 13020, 17745). Apabila nilai aktual dari penyelesaian proyek Mesin *Mixer* 2T dibandingkan dengan nilai paling mungkin dari metode FLASH selisih yang dihasilkan adalah sebesar 420 menit untuk proyek Mesin *Mixer* 2T. Sama halnya dengan proyek Mesin Giling D40, nilai yang dibandingkan adalah nilai yang paling mungkin untuk dicapai apabila menggunakan metode FLASH karena nilai paling mungkin tersebut memiliki nilai posibilitas tertinggi yaitu bernilai 1. Sedangkan waktu batas bawah dari proyek Mesin *Mixer* 2T sebesar 7.890 menit dan waktu batas atas proyek dikerjakan selama 17.745 menit berarti bahwa proyek Mesin Giling D40 tidak mungkin selesai dalam waktu kurang dari 7.890 menit dan waktu batas atas berarti bahwa penyelesaian proyek Mesin Giling D40 tidak mungkin melebihi 17.745 menit. Nilai yang dihasilkan oleh metode FLASH untuk proyek Mesin *Mixer* 2T senilai 13.020 menit atau 27,13 hari tentu memberikan selisih seperti pembahasan diatas sehingga dilakukan pembulatan keatas dan nilai dalam *due date project* yang dijanjikan tepat dengan nilai aktual serta perusahaan tidak dibebankan lagi oleh *earliness* yang begitu berlebihan.

Posibilitas adalah suatu ukuran terhadap pendapat subjektif dimana nilai posibilitas mendekati 1(satu) jika nilai tersebut mendekati nilai yang paling mungkin (nilai tengah). Sehingga apabila terdapat suatu nilai dengan perbedaan yang semakin besar terhadap nilai yang paling mungkin (*most likely*) tersebut maka nilai posibilitasnya akan semakin rendah pula. Hal ini ditunjukkan oleh nilai posibilitas yang dihasilkan oleh proyek Mesin Giling D40 dan proyek Mesin *Mixer* 2T, untuk nilai aktual proyek Mesin Giling D40 mendapatkan nilai posibilitas sebesar 0,9866 dan proyek Mesin *Mixer* 2T mendapat nilai posibilitas sebesar 0,9323. Nilai posibilitas dari kedua proyek tersebut tidak bernilai satu karena adanya selisih dari nilai aktual terhadap nilai yang paling mungkin (*most likely*) dari perhitungan dengan metode FLASH.

Hasil yang didapatkan dengan menggunakan metode FLASH memang masih menghasilkan selisih terhadap penjadwalan aktual proyek Mesin Giling D40 dan juga proyek Mesin *Mixer* 2T. Tetapi jika dibandingkan dengan penetapan jadwal yang dilakukan oleh perusahaan, metode FLASH

dapat menghasilkan selisih yang lebih sedikit yaitu selisih 50 menit untuk proyek Mesin Giling D40 dan 420 menit untuk proyek Mesin *Mixer* 2T jika dibandingkan dengan nilai paling mungkin dari metode FLASH. Sedangkan bila nilai aktual dibandingkan dengan nilai batas bawah dan nilai batas atas untuk proyek Mesin Giling D40 secara berurutan selisihnya adalah 2.755 menit dan 3.675 menit dan untuk proyek Mesin *Mixer* 2T selisih nilai aktual dengan batas bawah dan nilai batas atas secara berurutan adalah 5.450 menit dan 4.305 menit. Nilai selisih antara batas bawah dan batas atas dengan nilai aktual lebih besar jika dibandingkan dengan selisih antara aktual dan paling mungkin, itu menunjukkan bahwa dengan metode FLASH bisa didapatkan waktu yang mendekati aktualnya tapi tetap didapatkan pula rentang waktu penyelesaian untuk kemungkinan proyek selesai lebih cepat ataupun lebih lambat dari nilai yang paling mungkin meskipun nilai posibilitasnya juga akan semakin rendah seiring dengan banyaknya selisih dari nilai yang paling mungkin.

Disamping itu dengan metode FLASH juga dapat diketahui lintasan kritis dari proyek yang dikerjakan. Lintasan kritis yang dihasilkan dari proyek Mesin Giling D40 yaitu: Pembuatan Cetakan Cor (A), Peleburan/Pencetakan (D), Pendinginan Media Cetak (E), Pembongkaran (F), Pekerjaan Badan Gilingan (G), *Assembling* Tahanan Corong, Badan Gilingan dengan Pisau Gilingan(T), *Assembling* Badan Gilingan dengan Poros Gilingan (X), *Assembling* Badan Gilingan dengan Tutup Badan (Y), *Assembling* Badan Gilingan dengan Tutup Badan (Z), *Assembling* Mur Poros Setelan dengan Tutup Mur Setelan (AA), *Assembling* Tutup Badan dengan Penahan Mur Setelan (AB), *Assembling* Pulley (AC), *Finishing* (AD), Inspeksi (AE).

Sedangkan untuk Mesin *Mixer* 2T yaitu: Pembuatan Pola (A), Pematangan Pola (B), Penekukan dan Pembentukan Pola Plat Ulir (G), Penyetelan Ulir dan Pengelasan ke Batang Pipa (H), *Assembling* Pipa Ulir dengan Pipa *Schedule* (I), *Assembling* Badan *Mixer* dengan Pipa *Schedule* (J), *Assembling* Plat Penahan Bawah dengan Pipa *Schedule* (K), *Assembling* Plat Penahan Bawah dengan Pangkon-Pangkon (L), Pekerjaan Pangkon Dinamo (M), Pemasangan Dinamo (N), *Assembling* Corong Keluar dan Badan *Mixer* (Q), *Assembling* Corong Keluar dengan Badan *Mixer* (R), *Assembling* As, Pipa ulir dengan Pulley (S), Penyetelan Mesin (*Machine Setting*) (T),

Pengetesan Mesin (U), Pengecatan/*Finishing* (V).

Lintasan kritis ini dapat berguna karena adanya penundaan yang dilakukan pada lintasan kritis dapat menyebabkan pengaruh terhadap penyelesaian total seluruh proyek dan apabila dalam lintasan kritis terdapat aktivitas-aktivitas yang dipercepat maka proyek juga dapat dipercepat penyelesaiannya. Sehingga dengan adanya lintasan kritis yang terbentuk dalam pengerjaan proyek baik itu proyek Mesin Giling D40 maupun proyek Mesin *Mixer* 2T dapat digunakan sebagai bahan masukan bagi perusahaan untuk dapat mempercepat ataupun memperlambat proyek yang dikerjakan.

Setelah diketahui durasi proyek yang dihasilkan melalui metode FLASH yang lebih baik maka perusahaan dapat mengestimasi waktu penyelesaian dari proyek-proyek yang dikerjakan menjadi lebih baik pula sehingga produk yang telah dikerjakan tidak akan berada dalam perusahaan dalam jangka waktu yang lama dan penumpukan inventori dapat dihindari. Karena dengan penjadwalan proyek menggunakan metode FLASH dapat digunakan perusahaan sebagai dasar penetapan *due date project* bagi calon konsumen.

4. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil setelah dilakukan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Waktu penyelesaian proyek Mesin Giling D40 berdasarkan metode FLASH didapatkan sebesar 6.365 menit untuk waktu batas bawah dan waktu batas atas adalah 12.795 menit dengan waktu yang paling mungkin adalah 9.070 menit. Sedangkan untuk proyek Mesin *Mixer* 2T waktu batas bawah untuk menyelesaikan proyek sebesar 7.890 menit dan waktu batas atas sebesar 17.745 menit dengan waktu yang paling mungkin sebesar 13.020 menit. Waktu penyelesaian proyek Mesin Giling D40 secara aktual adalah 9.120 menit dan waktu penyelesaian proyek Mesin *Mixer* 2T adalah sebesar 13.440 menit. Sedangkan waktu perencanaan penyelesaian proyek perusahaan untuk proyek Mesin Giling D40 adalah 14.400 menit dan perencanaan penyelesaian proyek Mesin *Mixer* 2T adalah sebesar 16.800 menit.
2. Penjadwalan yang dihasilkan oleh metode FLASH menghasilkan nilai yang

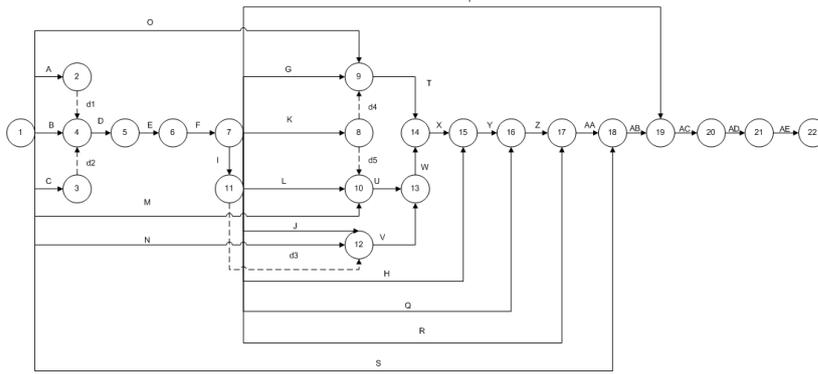
lebih baik jika dibandingkan dengan penjadwalan yang dilakukan oleh perusahaan. Dimana selisih penjadwalan yang dilakukan oleh perusahaan sebesar 5.280 menit pada proyek Mesin Giling D40 dan 3.360 menit pada proyek Mesin *Mixer* 2T. Sedangkan menggunakan penjadwalan yang dilakukan dengan metode FLASH didapatkan selisih yang hanya 50 menit untuk proyek Mesin Giling D40 dengan nilai posibilitas sebesar 0,9866 dan 420 menit untuk proyek Mesin *Mixer* 2T dengan nilai posibilitas sebesar 0,9323 jika nilai yang paling mungkin dibandingkan dengan waktu aktual penyelesaian proyek.

3. Lintasan kritis yang dihasilkan dari proyek Mesin Giling D40 yaitu: Pembuatan Cetakan Cor (A), Peleburan/Pencetakan (D), Pendinginan Media Cetak (E), Pembongkaran (F), Pekerjaan Badan Gilingan (G), *Assembling* Tahanan Corong, Badan Gilingan dengan Pisau Gilingan(T), *Assembling* Badan Gilingan dengan Poros Gilingan (X), *Assembling* Badan Gilingan dengan Tutup Badan (Y), *Assembling* Badan Gilingan dengan Tutup Badan (Z), *Assembling* Mur Poros Setelan dengan Tutup Mur Setelan (AA), *Assembling* Tutup Badan dengan Penahan Mur Setelan (AB), *Assembling Pulley* (AC), *Finishing* (AD), Inspeksi (AE) sedangkan untuk Mesin *Mixer* 2T yaitu: Pembuatan Pola (A), Pematangan Pola (B), Penekukan dan Pembentukan Pola Plat Ulir (G), Penyetelan Ulir dan Pengelasan ke Batang Pipa (H), *Assembling* Pipa Ulir dengan Pipa *Schedule* (I), *Assembling* Badan *Mixer* dengan Pipa *Schedule* (J), *Assembling* Plat Penahan Bawah dengan Pipa *Schedule* (K), *Assembling* Plat Penahan Bawah dengan Pangkon-Pangkon (L), Pekerjaan Pangkon Dinamo (M), Pemasangan Dinamo (N), *Assembling* Corong Keluar dan Badan *Mixer* (Q), *Assembling* Corong Keluar dengan Badan *Mixer* (R), *Assembling* As, Pipa ulir dengan *Pulley* (S), Penyetelan Mesin (*Machine Setting*) (T), Pengetesan Mesin (U), Pengecatan/*Finishing* (V).

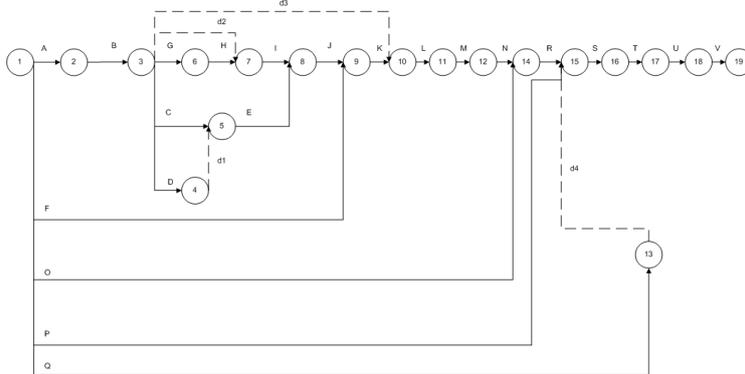
Daftar Pustaka

- [1] Husen, Abrar. 2011. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [2] Hasyim, M.H., El Unas, S., & Widiarsa, W. 2012. Penjadwalan Proyek Konstruksi Dengan Metode FLASH (Fuzzy Logic Application For Scheduling). *Jurnal Teknik Pengairan*, 2(1). Malang: Universitas Brawijaya.
- [3] McCahon, C.S. 1988. Project Network Analysis With Fuzzy Activity Times. *Math Application* Vol. 15, No. 10: 829-838. Great Britain: Pergamon Press.
- [4] Wibowo, Andreas. 2001. Alternatif Metoda Penjadwalan Proyek Konstruksi Menggunakan Teori Set Samar. *Dimensi Teknik Sipil*. III (1): 1-8.
- [5] Elizabeth, S. & Sujatha, L. 2013. Fuzzy Critical Path Problem For Project Network. *International Journal of Pure and Applied Mathematics* Vol. 85: 223-240.

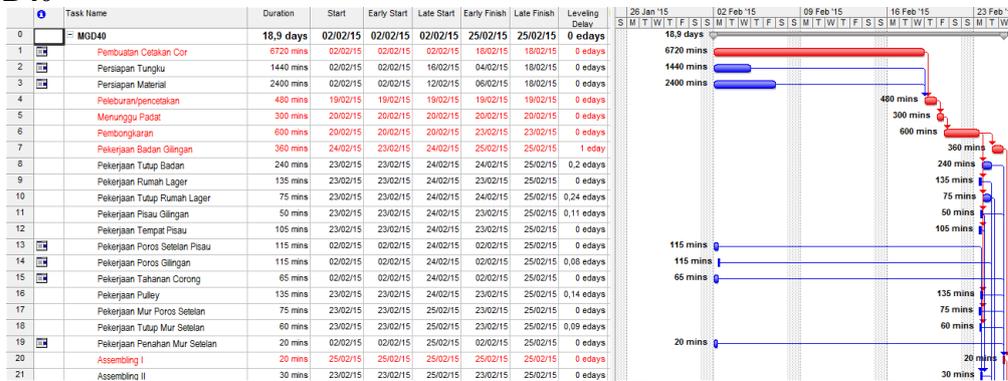
Lampiran 1. Activity on Arrow Mesin Giling D40



Lampiran 2. Activity on Arrow Mesin Mixer 2T



Lampiran 3. Penjadwalan dengan Menggunakan Microsoft Project 2007 pada Mesin Giling D40



Lampiran 4. Penjadwalan dengan Menggunakan Microsoft Project 2007 pada Mesin Mixer 2T

